

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

(1) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 462 197

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 16807

(54) Centrifugeuse, en particulier, centrifugeuse de laboratoire et de décantation.

(61) Classification internationale (Int. Cl. 7). B 04 B 5/12.

(22) Date de dépôt..... 30 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, le 30 juillet 1979, n° G 79 21 782.6.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 13-2-1981.

(71) Déposant : AMERICAIN HOSPITAL SUPPLY DEUTSCHLAND GMBH, société de droit allemand, résidant en RFA.

(72) Invention de : Frank Wilhelmy.

(73) Titulaire : *idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Pierre Loyer,
18, rue de Mogador, 75009 Paris.

La présente invention concerne une centrifugeuse, en particulier, une centrifugeuse de laboratoire et de décantation, comportant un rotor pourvu de plusieurs supports disposés sur sa périphérie et destinés à recevoir des récipients de centrifugation à sommet ouvert, chaque support étant monté de façon à pouvoir pivoter sur un axe, tandis que le mouvement de pivotement est délimité par des butées réglables prévues sur le rotor.

Une centrifugeuse de ce type a été décrite dans tous ses détails dans la demande de brevet de la République Fédérale d'Allemagne DE-OS 23 04 395. Dans cette centrifugeuse connue, le rotor est constitué d'un élément de chlorure de polyvinyle, car on part du principe selon lequel par suite de la répartition du poids, un élément métallique serait trop lourd. Toutefois, cet élément en chlorure de polyvinyle présente un inconvénient du fait que des rotors de ce type peuvent devenir défectueux au bout d'un laps de temps relativement court en raison de la fatigue que subit la matière. Le rotor connu est réalisé de telle sorte que, pour la décantation, les supports des petits tubes ou des récipients de centrifugation soient poussés vers l'extérieur, l'angle de décantation, qui est légèrement dirigé vers l'extérieur, étant réglé au moyen d'une vis adaptée à chaque support et venant se placer dans des épaulements formés en dessous d'une jupe relativement élevée, dirigée vers le bas et formée sur le bord extérieur du rotor. Ce type de décantation conduit également à une sollicitation extrêmement élevée du bord du rotor, ainsi que des paliers des supports. Dans la centrifugeuse connue, on prévoit une couronne à griffes que l'on fixe, au moyen de 12 vis, sur la face inférieure du rotor et sur laquelle sont montés tous les supports. Dans ce cas également, les forces s'exerçant aux vitesses de rotation élevées conduisent à une fatigue rapide de la matière sur la couronne à griffes.

La présente invention a pour objet de fournir une centrifugeuse du type indiqué ci-dessus dans laquelle, en empêchant la fatigue rapide de la matière, on prolonge considérablement la durée de vie escomptée.

Suivant l'invention, on réalise essentiellement cet objet de la manière suivante : les butées destinées à régler l'angle de décantation sont disposées radialement à l'intérieur des supports, tandis que le montage des tourillons est formé par des évidements réalisés sous forme de demi-coquilles de paliers sur la face inférieure du rotor, ainsi que par une contre-portée commune chaque fois pour deux tourillons voisins.

L'invention offre un avantage particulier du fait que la répartition de poids est beaucoup plus favorable que dans le rotor connu ; en effet, le poids des butées, ainsi que celui des vis de réglage a été déplacé vers l'intérieur sur un rayon de rotation beaucoup plus petit, réduisant ainsi considérablement les forces centrifuges s'exerçant aux hautes vitesses de rotation. De plus, on peut ainsi réduire sensiblement la jupe marginale extérieure qui, dans le rotor connu, est relativement massive ; en effet, cette jupe ne doit plus supporter les butées. De la sorte, on économise à nouveau un poids supplémentaire sur le rayon extérieur extrême de rotation. De plus, au lieu de la couronne commune à griffes pour maintenir les tourillons, on utilise chaque fois une contre-portée commune pour deux tourillons voisins, ce qui permet à nouveau de réduire le poids en un point défavorable en ce qui concerne les forces centrifuges exercées.

Dans une forme de réalisation préférée suivant l'invention, les contre-portées sont formées de rondelles maintenues au moyen de vis. En l'occurrence, on peut, par exemple, utiliser des rondelles de calage disponibles dans le commerce et réalisées en acier V2A ou V4A.

En particulier, suivant une forme de réalisation complémentaire de l'invention, les butées sont réalisées sous forme de collets dirigés vers le bas, inclinés vers l'intérieur et formés sur la face inférieure du rotor, des vis de réglage venant se placer dans ces collets.

Grâce à la répartition favorable des poids dans le rotor suivant l'invention, on peut dorénavant réaliser ce dernier en métal au lieu d'employer des matières synthétiques.

Un métal préféré est un alliage d'aluminium pour coulée de précision, en particulier, l'alliage "G-Al Se 7 Mg Wa" ; dans ce cas, il est préférable d'appliquer un revêtement protecteur de chlorure de polyvinyle sur le rotor.

D'autres détails avantageux de l'invention ressortent de la description détaillée ci-après d'une forme de réalisation illustrée à titre d'exemple dans les dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un rotor de

la centrifugeuse suivant l'invention,

La figure 2 est une vue en coupe du rotor illustré en figure 1, les supports étant omis ;

La figure 3 représente, par une vue schématique en coupe, un détail du montage des supports avec possibilité de réglage de l'angle de décantation, et

La figure 4 est une vue par le dessous du rotor.

Dans la vue en perspective de la figure 1, le rotor 1 comporte, sur sa périphérie, un certain nombre de découpes 10 rectangulaires 2 dans lesquelles les supports 3 munis de récipients amovibles de centrifugation 4 sont montés de façon à pouvoir pivoter. Le rotor 1 est entraîné à grande vitesse sur son axe de rotation 5 par un moteur (non représenté) pouvant tourner sélectivement dans deux directions. De préférence, 15 le rotor 1 est réalisé d'une seule pièce et il comporte, sur son bord extérieur 6, une jupe 7 dirigée vers le bas et formant, conjointement avec la surface circulaire 8, le logement extérieur destiné à recevoir les supports pivotants 3.

Le rotor 1 est illustré par une vue en coupe en 20 figure 2.

Comme on peut le constater en figure 2, le rotor 1 est réalisé d'une seule pièce, l'élément rotatif supplémentaire 9 étant omis dans cette figure. Le rotor 1 comporte un coussinet de palier 10 au moyen duquel il est fixé sur son axe de 25 rotation. Sur sa face inférieure, le rotor 1 comporte un collet annulaire 11 dirigé vers le bas et vers l'intérieur et également réalisé sous forme d'une butée 12 destinée à limiter le mouvement de pivotement des supports 3, ainsi qu'on le décrira ci-après plus en détail en se référant à la figure 3.

La figure 3 représente un des supports pivotants 3 30 de la centrifugeuse suivant l'invention. Ce support 3 peut basculer entre deux positions en changeant le sens de rotation de la tête de la centrifugeuse ou du rotor 1, comme décrit plus en détail dans la demande de brevet précitée de la République 35 Fédérale d'Allemagne DE OS 23 04 395. A cet effet, le support 3 est monté de façon à pouvoir pivoter sur un axe 13 venant se loger dans des évidements 14 pratiqués sur la face inférieure du rotor 1 de part et d'autre des découpes rectangulaires 2.

Le tourillon 13 est maintenu dans l'évidement 14 par une rondelle 15 que l'on fixe, au moyen d'une vis 16, sur la face inférieure du rotor.

Comme le montre en particulier la figure 4, une rondelle 15 de ce type fixe chaque fois, dans les évidements 14, deux tourillons de deux supports pivotants voisins 3.

En outre, comme le montre la figure 3, afin de régler l'angle de décantation, c'est-à-dire afin de fixer la légère inclinaison des récipients de centrifugation 4 vers l'extérieur, à chaque support 3, on adapte une vis de réglage 17 venant se visser dans des trous filetés 18 pratiqués dans le collet annulaire 11.

Lors de l'inversion du sens de rotation, l'autre position de pivotement est assurée par la surface de butée 19 descendant vers l'extérieur et également réalisée sous forme d'une surface annulaire sur la face supérieure du rotor 1.

La figure 4 montre également les trous filetés 20 formés entre les découpes rectangulaires 2 et recevant les vis 18 afin de maintenir les rondelles 15 ; en ce qui concerne ces dernières, il peut s'agir de rondelles disponibles dans le commerce en acier V2A.

Comme on peut le constater, en particulier, d'après la combinaison des figures 2 et 3, le rotor de la centrifugeuse suivant l'invention offre un avantage du fait que, comparativement à des rotors connus, les poids sont rapprochés le plus possible de l'axe de rotation 5, en particulier, en ce qui concerne le réglage global de l'angle de décantation et la réduction de hauteur qui peut en résulter pour le collet annulaire extérieur et la jupe 7. De la sorte, on réduit considérablement les sollicitations qu'imposent, à la matière, les forces centrifuges exercées, tout en réalisant en même temps un gain de poids considérable.

De ce fait, au lieu d'une matière synthétique, on peut utiliser un métal, en particulier, un alliage d'aluminium pour coulée de précision. En l'occurrence, il est préférable d'utiliser un alliage d'aluminium disponible dans le commerce sous l'appellation "G-Al Se 7 Mg Wa". Dans ce cas, il convient de prévoir un revêtement protecteur en chlorure de polyvinyle

afin que le rotor 1 de la centrifugeuse suivant l'invention reste insensible aux acides.

Dans un exemple de réalisation pratique, lors du contrôle de la matière, on a obtenu les résultats suivants :

- 3 Dans un essai type, on a contrôlé, sur un rotor, la résistance du logement contre la rupture de la suspension sous l'effet d'un choc.

I - Contrôle de la matière et données relatives à celle-ci.

Pour le rotor, on a prévu une pièce coulée en alu-
10 minium de qualité G - Al Se 7 Mg Wa. Le fournisseur donne les indications suivantes :

Résistance à la traction	26 kg/mm ²
Limite élastique	19 kg/mm ²
Allongement	3 %

- 15 Les valeurs de résistances des normes DIN sont déterminées avec des coquilles normalisées et des procédés définis de coulée (coulée avec dégagement de chlore gazeux, affinage des grains, etc.). Les valeurs pouvant être atteintes dans la pratique peuvent être nettement inférieures aux valeurs des coquilles
20 échantillons. En outre, les résistances limites d'endurance de l'aluminium sous forme coulée sont très faibles. Même si la centrifugeuse de laboratoire en cause ne tombe pas sous les prescriptions de la norme VBG72 de l'association industrielle, étant donné qu'il s'agit d'une centrifugeuse, des conditions
25 plus rigoureuses doivent cependant être imposées à la matière ou des tolérances de sécurité correspondantes doivent être déduites en ce qui concerne les valeurs de résistance.

- Pour les calculs effectués en ce qui concerne le corps moulé, on présuppose une "absence de fissures", ainsi qu'une
30 "absence de retassures" (examen radiographique). Les pièces comportant des retassures ne peuvent intervenir dans le calcul des résistances. Dans la centrifugeuse, on sollicite principalement les tenons de fixation auxquels sont suspendues les éprouvettes. Aux forces centrifuges s'exerçant sous forme d'une force de
35 traction ou d'une force de cisaillement, par suite du basculement des petits tubes au cours de l'opération et par suite de faibles oscillations dues au balourd, viennent se superposer des sollicitations de chocs et des sollicitations alternées.

En conséquence, pour le calcul de la résistance des tenons précités, on doit utiliser la résistance aux efforts alternés par entaillage et par flexion.

Suivant la norme DIN 1725, on a, pour la résistance
5 aux efforts alternés par flexion :

$$\sigma_{BW} = 8 \text{ kg/mm}^2$$

Suivant Hertel (résistance à la fatigue des constructions, Springer 1969), on a, pour la résistance aux efforts alternés par flexion σ_{BW} et, pour la résistance aux efforts

10 alternés par entaillage σ_{KBK} , les valeurs suivantes :

$$\sigma_{BW} = 7 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{KBK} = 6 \text{ kg/mm}^2$$

Comme vitesse de rotation maximum, le fabricant indique : 2.400 tours/minute, soit 700 g, en se rapportant au
15 rayon extérieur du rotor. Lorsqu'elles sont remplies, les éprouvettes pèsent 30 g.

II - Détermination des valeurs de résistance permises pour le calcul.

Pour le calcul, Hertel choisit tout d'abord les valeurs
20 de résistance limite d'endurance inférieures à celles de la norme. La résistance dite de calcul s'obtient en divisant les valeurs de contrôle indiquées (sub I) par le facteur de sécurité d'utilisation S_N (Voir Neumann, volume I, "Maschinenelemente", Springer Verlag). Pour la résistance aux efforts alternés par
25 entaillage, la valeur S_N est d'environ 4 et, pour la résistance aux efforts alternés par flexion, la valeur S_N est de 3.

En conséquence, on obtient les valeurs de calcul ou les tensions permises suivantes :

$$\sigma_{BW} = 700/3 = 233 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{KBK} = 600/4 = 150 \text{ kg/cm}^2$$

30 III - Calcul des tourillons de paliers et du rotor.

Une observation approximative du rotor indique qu'il convient tout d'abord de vérifier les tensions survenant dans les tourillons dans lesquels sont suspendues les éprouvettes.

35 Les plus petites sections transversales se situent dans cette zone et subissent comparativement les sollicitations les plus élevées. Si le calcul effectué dans cette zone indique des sollicitations permises, il suffit alors de calculer le rotor d'un bout à l'autre en le ramenant par simplification à un

disque.

Le calcul pour un traitement à trois dimensions serait considérable et, en tenant compte des facteurs élevés concernant la sécurité d'utilisation, un tel calcul n'apporterait même aucun résultat nouveau. En conséquence, la sollicitation est calculée d'un bout à l'autre en prenant le cas d'une seule dimension.

Les sections transversales critiques ont les dimensions suivantes :

$$10 \text{ III, 1} \quad F_1 = 5,6 \times 3 = 16,8 \text{ mm}^2$$

La sollicitation doit être définie en tension de cisaillement.

La force de sollicitation est :

$$15 \quad P_1 = 0,03 \times 700 = 21 \text{ kg.}$$

La force exercée se répartit sur deux paliers, ce qui correspondrait à une répartition de charge de 50 %. Toutefois, par suite des coincements qui peuvent se produire, on se base sur une répartition irrégulière éventuelle :

$$20 \quad P_1 \text{ palier} = 21 \times 0,7 = 15 \text{ kg.}$$

La tension de cisaillement exercée est alors de :

$$\sigma_1 \text{ cisaillement} = 15/0,168 = 88 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{III, 2} \quad F_2 = 6 \times 3 = 18 \text{ mm}^2$$

Cas de sollicitation : flexion et traction

$$25 \quad \sigma_2 = 15/0,18 = 83,2 \text{ kg/cm}^2$$

Les forces exercées dans les deux cas représentent environ 50 % des valeurs de résistance permises.

III, 3. Pour le calcul du rotor, on ramène ce dernier à un disque. Le calcul à trois dimensions n'aurait aucun rapport avec le résultat obtenu, puisqu'aussi bien les tensions réellement exercées sont largement inférieures à celles permises d'après les calculs. Pour les tensions s'exerçant dans un disque rotatif, avec une bonne approximation, on peut adopter la formule 150.1., page 150, "Technische Mechanik von Holzmann", Meyer, Schumpich, Teubner Verlag :

$$\sigma = \frac{\gamma}{g} (r_m \omega)^2 = \frac{\gamma}{g} \cdot v^2,$$

r_m étant rapporté au rayon extérieur de la centrifugeuse et

$$v = 2\pi \cdot r_m \cdot n = r_m \cdot \omega = 24 \cdot \frac{2400}{60} = 3014 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

La densité de l'aluminium est de :

$$\gamma = 2,7 \text{ kg/cm}^3 \cdot 10^{-3} \quad r_m = 12 \text{ cm}$$

5 En conséquence, on a :

$$\sigma = \frac{2,7 \cdot 10^{-3}}{981} (3014)^2 \approx 25 \text{ kg/cm}^2$$

La valeur de tension déterminée est nettement inférieure à la valeur de calcul. Pour arrondir le calcul et également pour contrôler la qualité de la matière, il est recommandé de soumettre, moyennant un simple essai type, les tenons du rotor à un effort de traction (poids initial : 21 kg) avec un poids approprié (au moyen d'un rouleau).

IV. Essais de rebondissement du logement.

15 Le calcul de la résistance du rotor coulé et durci à chaud avec des tenons donne des valeurs qui sont nettement ou largement inférieures aux valeurs permises. Dans le cas de défauts de matière qui n'ont pas été décelés au contrôle, une rupture des tenons due à une diminution de résistance n'est pas exclue. (Étant donné que les éprouvettes réalisées en matière synthétique n'ont été soumises à aucun essai, il doit 20 également être tenu compte d'une défaillance éventuelle pour les petits tubes).

En cas de rupture d'un tenon, les petits tubes arrachés sont projetés à l'écart du rotor à la vitesse périphérique de ce dernier et ils viennent heurter la paroi du logement avec 25 une énergie cinétique $mv^2/2$. Il convient de vérifier le degré auquel ce choc peut provoquer une détérioration ou une destruction du logement.

Pour le calcul, on ne dispose pas de documents relatifs à la constante de rappel et au nombre de chocs, non plus 30 que de données relatives à la matière.

Dans un essai pratique de choc, il conviendrait de laisser tomber les éprouvettes à partir d'une hauteur de 45 m pour qu'elles viennent heurter le logement à la même vitesse que 35 celle existant en cas de rupture des tenons. Il est très difficile de réaliser pratiquement un tel essai de choc. En

conséquence, on a effectué des essais de chocs avec des corps ayant la même énergie cinétique, mais à une plus faible hauteur de chute, ce qui correspond à un poids de même valeur. Le calcul démontre qu'une hauteur de chute d'environ 43 m nécessite un poids d'environ 1 kg pour obtenir, lors du choc, la même énergie cinétique que lors de la rupture d'un petit tube de 30 g dans la centrifugeuse.

Environ 20 essais de chute avec un corps d'essai de 1 k à partir d'une hauteur de 2 m n'ont provoqué aucune détérioration (hormis les éraflures), ni aucune destruction du logement d'essai. Dès lors, on peut considérer que le logement est suffisamment stable.

$$\text{Loi de chute : } S = \frac{1}{2} S t^2$$

15 Par différentiation et substitution, on a :

$$S = \frac{v^2}{2g} \quad S = \frac{(3014)^2}{2g} = \frac{(3014)^2}{2 \times 581} = 4500 \text{ cm}$$

Pour des essais de chocs $E_{\text{cinétique}} =$

$$\begin{aligned} \text{constante } m_1 v_1^2 / 2 &= m_2 v_2^2 / 2 \\ 20 \quad v_2^2 &= m_1 v_1^2 / m_2 \quad m_1 = 30 \text{ g} \quad m_2 = 1000 \text{ g} \quad v_1 = 3014 \text{ cm/sec} \\ v_2^2 &= \frac{30}{1000} (3014)^2 \longrightarrow S = \frac{v^2}{2g} = \frac{30 \cdot (3014)^2}{1000 \cdot 2 \cdot 581} \approx 140 \text{ cm} \end{aligned}$$

25 Résultat de l'essai : pour la fabrication, on peut adopter la construction choisie avec les obligations mentionnées (contrôle d'absence de fissure, examen radiographique et essai de résistance que l'on doit encore pratiquer sur un rotor, c'est-à-dire un essai de sollicitation des tenons dans des conditions statiques).

REVENDICATIONS

1.- Centrifugeuse, en particulier, centrifugeuse de laboratoire et de décantation, comportant un rotor pourvu de plusieurs supports disposés sur sa périphérie et destinés à recevoir des récipients de centrifugation à sommet ouvert, chaque support étant monté de façon à pouvoir pivoter sur un axe, tandis que le mouvement de pivotement est délimité par des butées réglables prévues sur le rotor, caractérisée en ce que les butées (12) destinées à régler l'angle de décantation sont disposées radialement à l'intérieur des supports (3), tandis que le montage des tourillons (13) est formé par des évidements réalisés sous forme de demi-coquilles de pa-
liers (14) sur la face inférieure du rotor (1), ainsi que par une contre-portée commune (15, 16) chaque fois pour deux tourillons voisins.

2.- Centrifugeuse suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la contre-butée est réalisée sous forme d'une rondelle (15).

3.- Centrifugeuse suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la butée (12) est réalisée sous forme d'un collet (11) dirigé vers le bas et incliné vers l'intérieur.

4.- Centrifugeuse suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le rotor (1) est réalisé en métal.

5.- Centrifugeuse suivant la revendication 4, caractérisée en ce que le rotor est réalisé en un alliage d'aluminium pour coulée de précision, tandis qu'il comporte un revêtement de chlorure de polyvinyle.

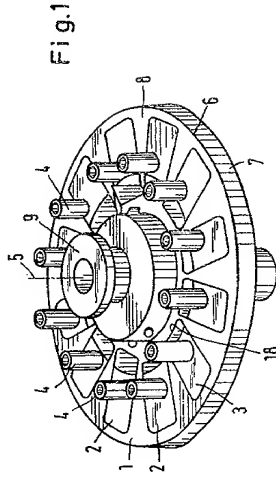


Fig. 2

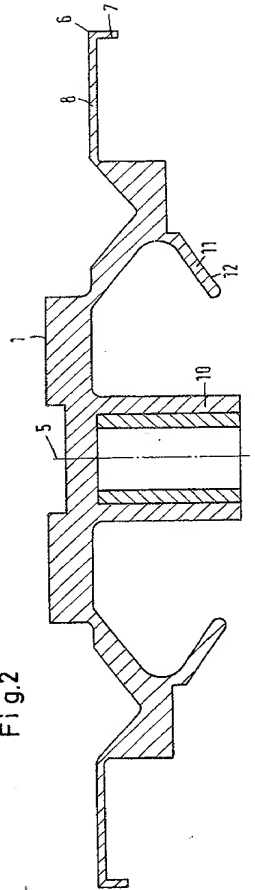


Fig.3

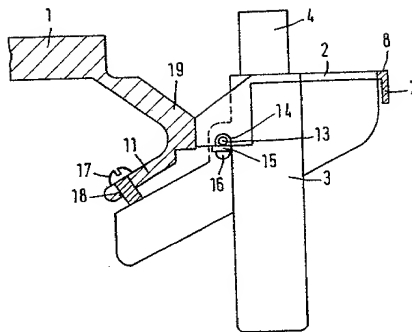


Fig.4

